

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09139352 A**

(43) Date of publication of application: **27.05.97**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/22**  
**B65D 85/86**  
**H01L 21/205**  
**H01L 21/68**

(21) Application number: **07297004**

(71) Applicant: **NEC CORP**

(22) Date of filing: **15.11.95**

(72) Inventor: **KITANO TOMOHISA**

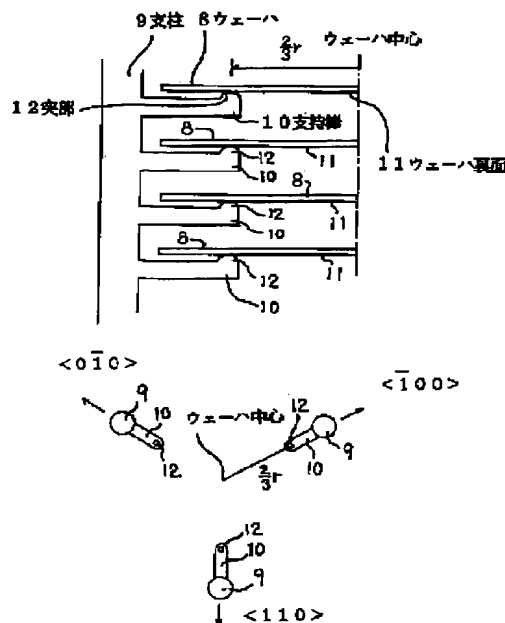
(54) **WAFER BOAT FOR VERTICAL FURNACE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the crystal defect due to the weight of a wafer by supporting the back side of the wafer at positions deviated to its periphery at a distance of  $2/3$  of the wafer radius from the center of the wafer with support bars of posts erected nearly normally to the main face of the wafer.

SOLUTION: A boat to hold a wafer 8 has support posts 9 erected nearly vertically from peripheral positions of the wafer 8 and bars 10 laterally extending to the inward located wafer from the posts 9. Each bar 10 has a rounded protrusion 12 at the inner end to make a point contact with a wafer back side at the position distant  $2/3$  of the wafer radius to the periphery from the center of the wafer (001) 8.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-139352

(43) 公開日 平成9年(1997)5月27日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1		H 0 1 L 21/22	5 1 1 G
B 6 5 D 85/86			21/205	
H 0 1 L 21/205			21/68	V
21/68		0333-3E	B 6 5 D 85/38	R

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-297004

(22) 出願日 平成7年(1995)11月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 北野 友久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

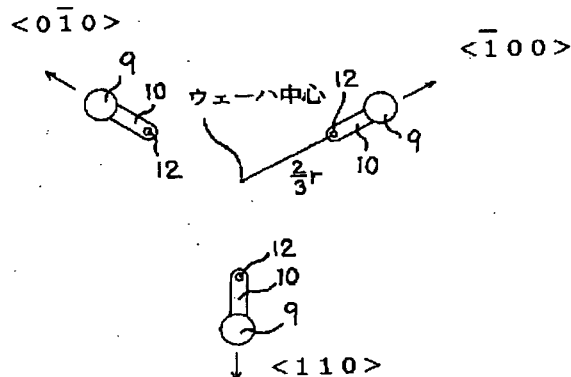
(74) 代理人 弁理士 菅野 中

(54) 【発明の名称】 縦型炉用ウェーハポート

(57) 【要約】

【課題】 ウェーハの自重による応力発生を抑制する。

【解決手段】 ウェーハ8の主面に対しほぼ垂直に立てられた複数本の支柱9に設けられた支持棒10がウェーハ中心から周辺側にウェーハ半径の2/3の距離だけ片寄った位置でウェーハ裏面部の<100>あるいは<110>結晶方位を保持する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数本の支柱と、支持棒とを有し、ウェーハを上下に間隔を置いて複数段に保持する縦型炉用ウェーハポートであって、

複数本の支柱は、ウェーハの周辺位置でウェーハ主面にほぼ垂直に立上って設けられたものであり、

支持棒は、前記支柱に横向きに設けられ、ウェーハ半径の2/3の距離だけウェーハ中心から周辺部に片寄った位置でウェーハ裏面を支持するものであることを特徴とする縦型炉用ウェーハポート。

【請求項2】 ウェーハは、(001)ウェーハであり、

前記支持棒は、ウェーハ裏面部の<100>或いは<110>結晶方位で支持するものであることを特徴とする請求項1に記載の縦型炉用ウェーハポート。

【請求項3】 前記支持棒は、ウェーハ裏面に点接触して支持するものであることを特徴とする請求項2に記載の縦型炉用ウェーハポート。

【請求項4】 前記支持棒は、ウェーハ裏面に線接触して支持するものであることを特徴とする請求項2に記載の縦型炉用ウェーハポート。

【請求項5】 前記支持棒は、ウェーハ裏面に面接触して支持するものであることを特徴とする請求項2に記載の縦型炉用ウェーハポート。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、縦型熱処理装置に具備するウェーハポート、特に縦型拡散炉、縦型気相成長炉に具備する縦型用ウェーハポートに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、縦型拡散炉及び気相成長炉に具備する縦型用ウェーハポートは、ウェーハと接する保持部において、ウェーハとポートの支持部との熱伝導の差に伴ってウェーハに熱歪み加わり、結晶欠陥を生じさせてしまうという問題があった。この問題を解決するため、ウェーハポートには、3点あるいは4点でウェーハを保持する構造とし、ウェーハを支持する支持部がポート支柱から棒状に突き出し、且つウェーハ周辺端部及びウェーハ周辺裏面がそれぞれポート支柱と支持部とで面接触するようにしたポートが使用されている（特公昭61-191015号参照）。

【0003】またウェーハの厚みより若干厚い溝がポート支柱に形成され、その溝部にウェーハ周辺端部及びウェーハ裏面周辺が面接触して支持されるウェーハポートが使用されている。

【0004】一方、ウェーハポートへのウェーハを出し入れする際に、ウェーハポートの支持部とウェーハ周辺部の接触面積が大きいために、ウェーハ周辺部に微小な傷が入ったり、熱伝導の差異から接触部分において、ウ

ェーハに結晶欠陥を発生させるという問題があった。この問題を解決するウェーハポートが特開平2-17633号及び特開平2-102523号に開示されており、このウェーハポートは図8に示すように、ウェーハ主面にほぼ垂直に立てられた複数本の支柱9に支持棒10を横向きに取付け、支持棒10でウェーハ8の端部より約1cm離れたウェーハ裏面11を点接触あるいは線接触することにより、ウェーハ8を保持するようになっていた。

## 10 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ウェーハの大口径化に伴い、特に約30cm（12インチ）サイズ以上のウェーハになってくるとウェーハの自重によってウェーハが撓み、ついにはスリップ等の結晶欠陥が発生する。図9は、1200℃の雰囲気中でウェーハ周辺部を保持した際に、自重によりウェーハに加わる最大の応力をウェーハ径及びウェーハ厚みを変化させて計算したものである。計算に用いたプログラムはANYSISであり、有限要素法によるものである。

20 【0006】通常用いられている厚さ0.7mmの6インチサイズのウェーハでは0.0235Kg f/mm<sup>2</sup>の最大応力が発生するが、同じ厚みで12インチサイズのウェーハになると、0.094Kg f/mm<sup>2</sup>の最大応力となる。12インチサイズのウェーハで6インチサイズのウェーハと同じ自重による応力値に抑制するためには、3mm程度の厚みを必要とすることがわかり、経済的にもウェーハ搬送等の生産面においても非現実的である。このようにウェーハ自重による結晶欠陥が発生することが、従来の技術で述べたウェーハとポートの支持部との熱伝導の差に伴う結晶欠陥の発生より深刻な問題である。

30 【0007】したがって、ウェーハ自重による結晶欠陥の発生を抑制するのに適したウェーハポートの開発が不可欠である。この際に、ウェーハ面内の温度差による熱応力によって発生するスリップ抑制にも注意を払う必要がある。

40 【0008】本発明の目的は、ウェーハが大口径約30cm（12インチ）サイズになっても、通常のウェーハ厚さで自重による応力を低減でき、かつ熱応力の影響を受けにくい縦型炉用ウェーハポートを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る縦型炉用ウェーハポートは、複数本の支柱と、支持棒とを有し、ウェーハを上下に間隔を置いて複数段に保持する縦型炉用ウェーハポートであって、複数本の支柱は、ウェーハの周辺位置でウェーハ主面にほぼ垂直に立上って設けられたものであり、支持棒は、前記支柱に横向きに設けられ、ウェーハ半径の2/3の距離だけウェーハ中心から周辺部に片寄った位置でウェ

ーハ裏面を支持するものである。

【0010】またウェーハは、(001) ウェーハであり、前記支持棒は、ウェーハ裏面部の<100>或いは<110>結晶方位で支持するものである。

【0011】また前記支持棒は、ウェーハ裏面に点接触して支持するものである。

【0012】また前記支持棒は、ウェーハ裏面に線接触して支持するものである。

【0013】また前記支持棒は、ウェーハ裏面に面接触して支持するものである。

【0014】本発明においては、ウェーハ主面にほぼ垂直に立てられた複数本の支柱と該各支柱に設けた支持棒にてウェーハ裏面を支持する位置は、ウェーハ半径

( $r$ ) の $2/3$ の距離だけウェーハの中心から周辺側に片寄った位置に設定し、その位置でウェーハ裏面を保持することにより、ウェーハ自重による応力を低減させている。以下にその根拠を示す。図10は、 $1200^{\circ}\text{C}$ の雰囲気中にて厚さ $0.7\text{mm}$ の約 $30\text{cm}$ ( $12\text{インチ}$ )サイズのウェーハをウェーハ裏面の様々な位置で保持した際の最大応力を示したものである。計算に用いたプログラムはANYSISであり、有限要素法によるものである。

【0015】ウェーハ周辺部を保持した場合には、前述した通り $0.094\text{Kg f/mm}^2$ の最大応力がかかる。ウェーハ半径の $1/3$ の距離だけウェーハの中心から周辺側に片寄った位置でウェーハを保持した場合には、 $0.112\text{Kg f/mm}^2$ の最大応力が発生し、ウェーハ周辺部を保持した場合より大きな応力が発生する。一方、ウェーハ半径の $2/3$ の距離だけウェーハの中心から周辺側に片寄った位置でウェーハを保持した場合には、 $0.028\text{Kg f/mm}^2$ の最大応力となり、ウェーハ自重による応力が抑制された状態となる。

【0016】通常、均一な円盤形状の重心は円の中心より半径の $2/3$ 離れた位置にあり、この重心位置で支持することにより、自重による応力を極小にすることができる。上述した計算結果が示す通り、厚さ $0.7\text{mm}$ の約 $30\text{cm}$ ( $12\text{インチ}$ )サイズのウェーハにおいても、ウェーハ半径の $2/3$ の距離だけウェーハ中心から周辺側に離れた領域を保持することにより、ウェーハ自重による最大応力を、現状のウェーハ周辺部を保持している約 $15\text{cm}$ ( $6\text{インチ}$ )サイズのウェーハの自重による応力値( $0.0235\text{Kg f/mm}^2$ )近くまで低減することが可能となる。

【0017】一方、ウェーハ自重による応力のウェーハボートの支持位置依存性をX線回折法を用いて、実験の立場から検証した。線源としてはCuを用い、モノクロメータとして反りが無視できる厚さ $1\text{cm}$ の(001)シリコン結晶を用いた。モノクロメータ結晶とウェーハボート支持位置に置かれた(001)ウェーハ間で、

(+, -)の平行配置を設置することにより、歪みに敏

感なX線回折光学系を構築した。

【0018】本光学系を用いて、ウェーハからの(400)反射によるロッキングカーブを測定し、そこから得られる半値幅を求めた。図11は、求められた半値幅のボート支持位置依存性を示す。ウェーハボート支持位置がウェーハ半径の $2/3$ の距離だけウェーハ中心から周辺側に片寄った位置で半値幅が約 $25\text{cm}$ ( $10\text{インチ}$ )と極小となっている。ウェーハボート支持位置がウェーハ半径の $2/3$ の距離だけウェーハ中心から周辺側に片寄った位置から更に離れると半値幅が増加しており、自重による歪み量が増加していることを示している。この結果は、ウェーハ半径の $2/3$ の距離だけウェーハ中心から周辺側に片寄った位置を支持することによって、ウェーハ自重による歪みを最小にすることができることを示しており、自重によるスリップ抑制に効果を発揮する。今回の結果は、厚さ $0.7\mu\text{m}$ のウェーハに対する結果であるが、ウェーハの厚さが変化すると半値幅の値は変化するが、半値幅が極小となるウェーハボート支持位置はウェーハ半径の $2/3$ の距離だけウェーハ中心から周辺側に片寄った位置であることには変わらない。

【0019】本発明においては、(001)ウェーハ主面にほぼ垂直に立てられた複数本の支柱と該各支柱に設けた支持棒が(001)ウェーハ裏面部の<100>あるいは<110>結晶方位でウェーハを保持することにより、スリップ発生を抑制する。以下にその根拠を示す。

【0020】熱応力は、入出炉時にウェーハ面内に温度差が生じると発生する。その際に、熱応力が臨界せん断応力 $f$ を越えると、スリップが発生する。一方、シリコン製ウェーハのスリップは12のすべり系に支配されており、熱応力 $F$ がすべり系に及ぼす効果は次式で与えられる。

$$f = F \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

ここで、 $\alpha$ は熱応力とすべり面の法線のなす角度、 $\beta$ は熱応力とすべり方向とのなす角度である。熱応力 $F$ としては、接線方向の応力 $\sigma$ が支配的となるため、この応力が働いたときに、12のすべり系に対して各ウェーハ結晶方位での $\cos \alpha \cdot \cos \beta$ を計算した(図12)。

【0021】その結果、ウェーハの<110>及び<100>結晶方位でこの値が最小となる。ある一定の熱応力がウェーハに加えられたときに、最も $f$ の値を越えにくい結晶方位、言い換えればスリップが発生しにくい結晶方位といえる。従って、ここを支持することが望まれる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明について図面を参照にして詳細に説明する。

【0023】(実施形態1)図1は本発明の実施形態1を示す縦断面図である。図1において、縦型の抵抗加熱

炉1内に設置された反応管は、内外2重の外管2及び内管3から構成されており、これらは架台4に保持されている。内管3には反応ガス供給のためのノズル5が設けられている。ポート6は、内管3内に縦軸のまわりに回転可能に設置され、ポート6には(001)ウェーハ8が上下任意の間隔をあけて保持されている。

【0024】図2は、図1中に破線で囲まれた領域Aを拡大した縦断面図であり、ポート支持部の構成をより詳細に説明するものである。(001)ウェーハ8を保持するポート6は、複数本の支柱9と、支持棒10とを有している。複数本の支柱9は、ウェーハ8の周辺位置でほぼ垂直に立上って設けられており、支持棒10は各支柱9から内方のウェーハ側に向けて横方向に張り出して設けられている。支持棒10の内端には丸みを帯びた突部12が形成されている。支持棒10の突部12は、ウェーハ半径の2/3の距離だけ(001)ウェーハの中心から周辺部に片寄ったウェーハ裏面11に点接触して保持するようになっている。

【0025】図3は図2の平面図であるが、ウェーハ半径の2/3の距離だけ(001)ウェーハ中心から周辺部に片寄った(001)ウェーハ裏面の<01(バー, 反位)0>, <1(バー, 反位)00>, <110>結晶方位の3箇所を支柱9に設置された支持棒10の突部12で保持する。

【0026】本発明に係るウェーハポートを用いて、約30cm(12インチ)サイズのウェーハ8を20mmの等間隔で20枚を上下に積み重ね、ランピングレート10℃/minで1100℃、窒素中で熱処理を施した。従来のウェーハポートを用いた場合、ウェーハのポートに保持された部分において30mm以上のスリップが多数発生したが、本実施形態1に係る縦型用ウェーハポートを用いると、ウェーハのポートに保持された部分においてスリップは発生していないことが分かった。

【0027】(実施形態2)図4は、図1中に破線で囲まれた領域Aを拡大した縦断面図であり、実施形態2に係るポート支持部の構成をより詳細に説明するものである。(001)ウェーハ8を保持するポート6には、支柱9より支持棒10が内方のウェーハ側に向けて横方向に張り出して設けられており、ウェーハ半径2/3の距離だけウェーハ中心から周辺側に片寄った位置でウェーハ裏面11を支持する支持棒10の表面が丸みを帯び弧状になった線条部13となっており、線条部13をウェーハ裏面11に線接触させてウェーハ8を保持している。その他の構成は図2に示した実施形態1と同じである。

【0028】図5は、図4の平面図である。本実施形態2では、(001)ウェーハ中心から周辺側にウェーハ半径の2/3の距離だけ片寄った位置で(001)ウェーハ裏面の<01(バー, 反位)0>, <1(バー, 反位)00>, <110>結晶方位の3箇所を支柱9に設

置された支持棒10の線条部13で保持するようになっている。本ウェーハポートを用いて、約30cm(12インチ)サイズのウェーハ8を20mmの等間隔で20枚を上下に積み重ね、ランピングレート15℃/minで1100℃、窒素中で熱処理を施した。従来のウェーハポートを用いた場合、ウェーハのポートに保持された部分において30mm以上のスリップが多数発生したが、本実施形態の縦型用ウェーハポートを用いると、ウェーハのポートに保持された部分においてスリップは発生していないことが分かった。

【0029】(実施形態3)図6は、図1中に破線で囲まれた領域Aを拡大した縦断面図であり、実施形態3に係るポート支持部の構成をより詳細に説明するものである。ウェーハ8を保持するポート6には、支柱9より支持棒10が内方のウェーハ側に向けて横方向に張り出して設けられており、ウェーハ中心から周辺側にウェーハ半径2/3の距離だけ片寄った位置でウェーハ裏面11に面接触する環状のリング14が支持棒10の内端に渡って設けられており、支持棒10のリング14がウェーハ裏面に面接触してウェーハを保持するようになっている。

【0030】図7は、図6の平面図であるが、ウェーハ中心からウェーハ半径2/3の距離だけ周辺側に片寄った位置でウェーハ裏面を支柱9に設置された支持棒10のリング14で保持する。本ウェーハポートを用いて、約30cm(12インチ)サイズのウェーハ8を20mmの等間隔で20枚を充填して、ランピングレート20℃/minで1100℃、窒素中で熱処理を施した。従来のウェーハポートを用いた場合、ウェーハのポートに保持された部分において30mm以上のスリップが多数発生したが、本実施形態の縦型用ウェーハポートを用いると、ウェーハのポートに保持された部分においてスリップは発生していないことが分かった。

【0031】尚、実施形態では、縦型拡散炉を対象としたが、気相成長炉の縦型ウェーハポートにも同様に適用することができる。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ウェーハが大口径化された際のウェーハ自重による応力発生を抑制し、熱応力の影響を受けにくくすることができ、縦型拡散炉及び縦型気相成長炉における熱処理時にウェーハとポートとの接触部分での結晶欠陥の発生を防止することができる。その結果、結晶欠陥によるデバイス特性への影響が削除され、デバイスの歩留り向上に著しい効果をもたらすことができる。

【0033】さらにウェーハ裏面部の<100>あるいは<110>結晶方位でウェーハを保持することにより、支持部分でのスリップ発生を抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の実施形態を説明するための縦型拡散炉（気相成長炉）を示す縦断面図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 を説明するための縦型用ウェーハポートを示す縦断面図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 を説明するための縦型用ウェーハポートを示す平面図である。

【図 4】本発明の実施形態 2 を説明するための縦型用ウェーハポートを示す縦断面図である。

【図 5】本発明の実施形態 2 を説明するための縦型用ウェーハポートを示す平面図である。

【図 6】本発明の実施形態 3 を説明するための縦型用ウェーハポートを示す縦断面図である。

【図 7】本発明の実施形態 3 を説明するための縦型用ウェーハポートを示す平面図である。

【図 8】従来の縦型用ウェーハポートを説明する縦断面図である。

【図 9】ウェーハ自重による最大応力のウェーハ径及び厚み依存性を示す図である。

【図 10】厚み 0.7 mm の 12 インチサイズのウェーハの自重による最大応力の保持位置依存性を示す図であ

る。

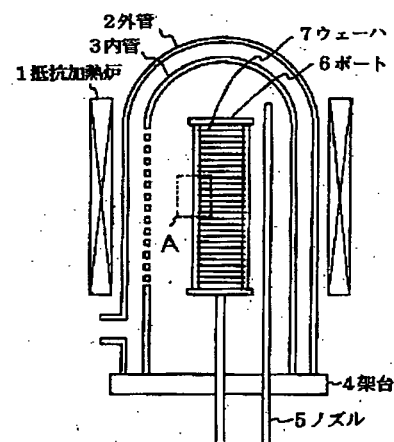
【図 11】回折 X 線半値幅のポート位置依存性を示す図である。

【図 12】接線応力に対する各すべり系の  $\cos \alpha \cdot \cos \beta$  値を示す図である。

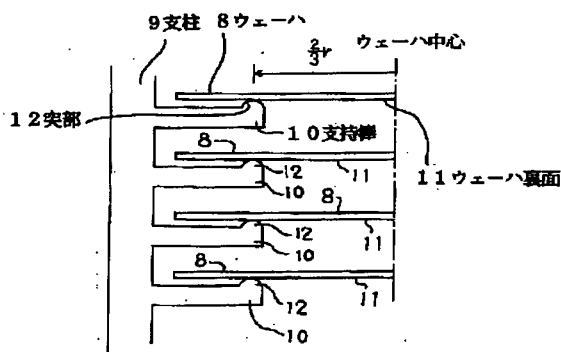
【符号の説明】

- |    |            |
|----|------------|
| 1  | 抵抗加熱炉      |
| 2  | 外管         |
| 3  | 内管         |
| 4  | 架台         |
| 5  | ノズル        |
| 6  | ポート        |
| 7  | ウェーハ       |
| 8  | (001) ウェーハ |
| 9  | 支柱         |
| 10 | 支持棒        |
| 11 | ウェーハ裏面     |
| 12 | 突部         |
| 13 | 線条部        |
| 14 | リング        |

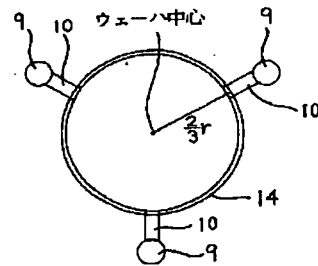
【図 1】



【図 2】



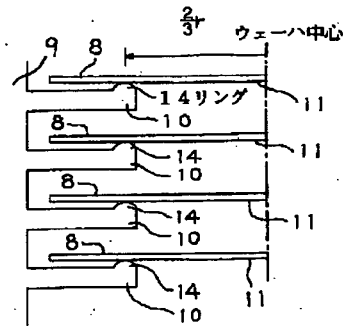
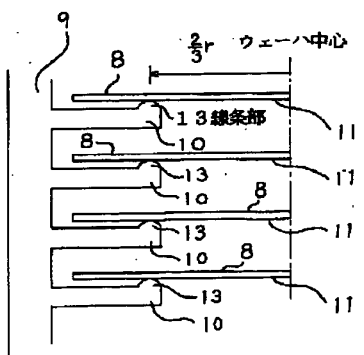
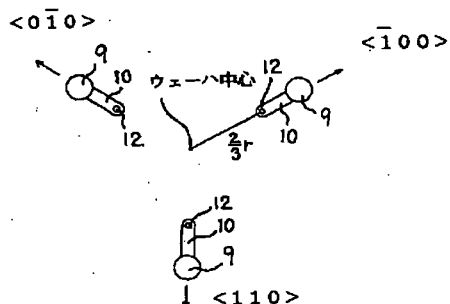
【図 7】



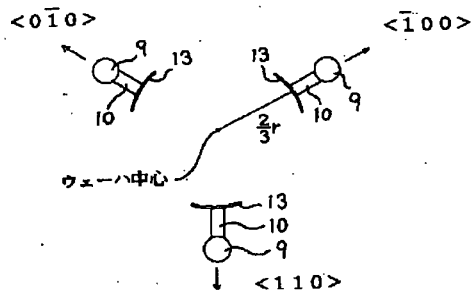
【図 4】

【図 6】

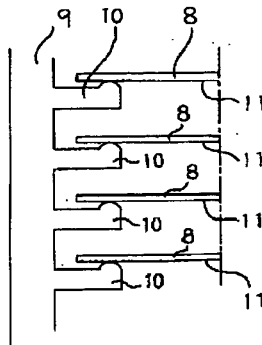
【図 3】



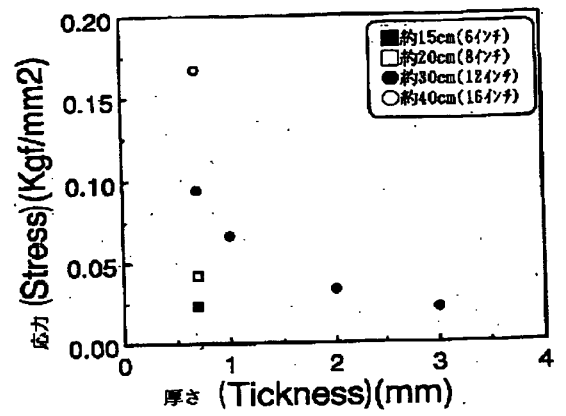
【図5】



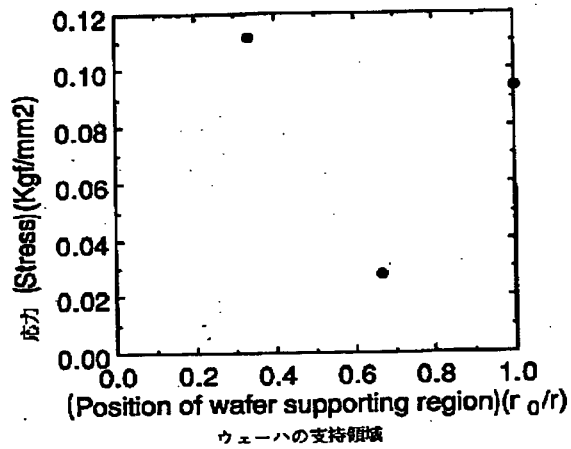
【図8】



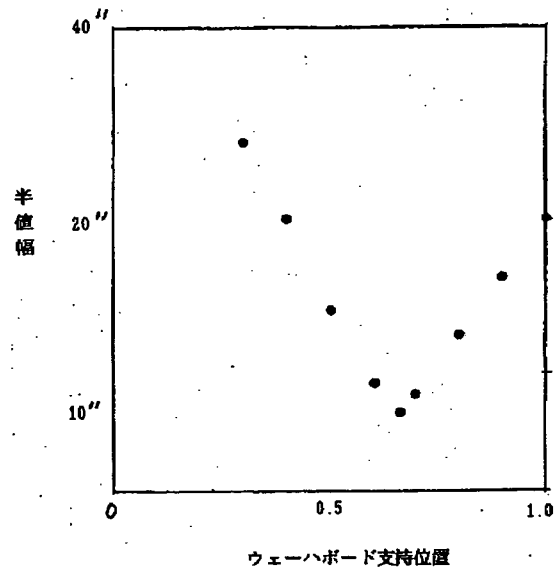
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

